

УДК 681.513:655

И. И. Колонтай, ассистент (БГТУ)

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВАКУУМНО-ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМОЙ САМОНАКЛАДА

Рассмотрены варианты реализации программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада. Выбраны варианты реализации адаптивного управления пневмосистемой самонаклада в зависимости от интенсивности использования листовых печатных машин и скорости работы данного оборудования.

The article is consider different variations of system firmware of the adaptive control system. A better firmware was chosen in concordance with equipment possibilities.

Введение. Одной из завершающих стадий создания адаптивной системы управления самонакладом листовой печатной машины является определение вариантов построения управляющей системы с выбором исполнительных механизмов и элементов обратной связи.

Учет достоинств и недостатков различных вариантов позволит установить наиболее оптимальную структуру программно-аппаратного обеспечения системы управления.

Основная часть. Большинство печатных машин в качестве основного элемента пневматической системы имеют одиночный компрессор, входная ветвь которого является частью пневмосистемы, предназначенной для создания вакуума (всасывающая вакуумная ветвь), выходная ветвь – для создания давления (нагнетательная ветвь давления). Циклическое срабатывание (включение) пневмосистемы обеспечивается за счет золотника, механически связанного с приводом печатной машины и с транспортирующими элементами пневмосистемы самонаклада соответственно, регулирование давления и вакуума пневмосистемы осуществляется вручную. Принимая описанную схему построения за основу, рассмотрим в данной работе варианты реализации программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада с учетом их достоинств и недостатков.

Задачи, которые необходимо решать при адаптивном управлении вакуумно-воздушной системой самонаклада, следующие: ввод начальной информации (предустановок) с пульта (клавиатуры ЭВМ), получение информации от датчиков о состоянии процесса печати тиража и характере работы пневмосистемы, расчет управляющего воздействия для подачи сигнала на исполнительные механизмы, получение информации об установившемся значении давления (вакуума) в результате управления, корректировка сигнала управления при рассогласовании [1].

С учетом вышеизложенного предлагаются к рассмотрению следующие схемы реализации

программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада: с разделенной подачей воздуха и вакуума; без золотника или с золотником; без обратной связи проверки установившихся значений давления и вакуума и с соответствующей обратной связью.

В качестве первого варианта адаптивного управления рассмотрим схему с разделенной подачей воздуха и вакуума: для каждой ветви пневмосистемы самонаклада предлагается использовать обособленный компрессор. В большинстве печатных машин для создания давления и вакуума используются безмасляные пластинчато-роторные вакуумные насосы без использования ресивера [2].

Входной канал системы является вакуумной (всасывающей) частью пневмосистемы самонаклада, выходной канал – нагнетательной. Однако при работе самонаклада с описанной компрессорной установкой перекрытие входного канала приводит к потере стабильности работы компрессора и в итоге сжатый воздух в нагнетательную ветвь пневмосистемы подается пульсациями либо с затуханием, то есть наблюдается падение рабочего давления на выходе. Длительное перекрытие входного канала приводит к полному прекращению подачи сжатого воздуха. Аналогично перекрытие выходного канала приводит к перегрузке компрессора, так как насос компрессорной установки работает непрерывно. В системе самонаклада печатных машин узлом, ответственным за циклическое перекрытие входного и выходного канала, является золотник, распределяющий вакуум и поток воздуха в зависимости от положения основных механизмов печатной машины, ввиду того, что золотник-распределитель механически связан с приводом. В то же время временное частичное перекрытие входного канала пневмосистемы происходит при захватывании и удерживании листа присосами, что, как отмечалось выше, также приводит к потере давления в нагнетательной ветви. Для исключения влияния пере-

крытия входного канала возможно применение двух патрубков всасывания (входных каналов), причем при перекрытии одного необходимо обязательное открытие второго. Такая реализация позволит избежать пульсаций на выходе компрессора, однако не предотвращает от возникновения проблем из-за перекрытия выходного канала. К тому же регулирование вакуума или давления воздуха пневмосистемы самонаклада представляется несколько сложным, ввиду непосредственной прямой зависимости между указанными регулируемыми величинами. Если проблему перекрытия входного канала золотником-распределителем можно решить плавным перекрытием одного входа и открытием другого за счет конструкции золотника, то в случае перекрытия всасывающей ветви пневмосистемы (то есть ее входа) листом бумаги открытие второго канала приведет к неизбежному снижению вакуума и, как следствие, к «потере» присосами листа бумаги или иного подаваемого листового материала.

Простейшим решением данной проблемы является использование компрессора совместно с ресивером. Такая установка позволяет накапливать давление и в результате временного перекрытия входного канала поддерживает выходное давление на определенном уровне. Временное перекрытие выходного канала также не приводит к снижению уровня создаваемого вакуума. Однако простота конструкции модернизированной компрессорной системы не позволяет в автоматическом или автоматизированном режимах управлять параметрами давления и вакуума на присосах и раздувах пневмосистемы самонаклада и требует решения адаптивного управления вакуумно-воздушной системы самонаклада иным образом.

В качестве решения проблемы перекрытия входного и выходного каналов и как первая реализация программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада рекомендуется применение системы с двумя регулируемыми компрессорами давления. Вариантом регулирования может являться управление системой от компьютера. Причем основной принцип адаптивного регулирования вакуумом (давлением) сводится к управлению двигателем каждого из двух компрессоров. Важным достоинством системы будет являться разделение пневмосистемы самонаклада на две независимые составляющие, каждая из которых решает свою задачу. Всасывающая часть создает вакуум на присосах, нагнетательная – давление на раздувах. Зависимость между вакуумом и давлением исключается принципом построения данной системы.

Недостатками системы будет повышение стоимости печатной машины за счет использования второго компрессора, представляющего собой насос с приводом; увеличение габаритных размеров устройств, обеспечивающих работу пневмосистемы самонаклада за счет применения дополнительных устройств; нерациональное использование возможностей компрессора: выходной канал одного из компрессоров работает с нагнетательной ветвью пневмосистемы самонаклада, входной канал этого же компрессора лишь обеспечивает работоспособность выходного канала, фактически работая вхолостую; для второго компрессора ситуация будет диаметрально противоположна, то есть входной его канал работает с всасывающей ветвью пневмосистемы самонаклада, возможности выходного канала не используются.

Регулирование вакуума и давления в системе с разделенными компрессорами сводится к независимому управлению скоростью вращения двигателей, используемых для приведения в движение насосов компрессоров. Достоинство системы управления состоит в простоте регулирования параметрами компрессоров. Недостатком управляющей системы является необходимость введения обратной связи в виде специальных устройств для измерения реальных установившихся уровней давления и вакуума с целью улучшения качества регулирования либо использования регулируемых компрессоров с линейной характеристикой: давление, создаваемое компрессором, или вакуум, который им развивается, линейно зависят от величины поданного напряжения на двигатель данного компрессора.

Предлагается использовать для управления скоростью вращения двигателей компьютер. Схема управления примет следующий: компьютер через устройство согласования сигналов, реализованное на микроконтроллере, соединен с исполнительными механизмами (двигателями). Компьютерное управление осуществляется при помощи программы на основе специального алгоритма.

В качестве второго варианта реализации программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада предлагается использовать шаговые двигатели.

Ручная регулировка вакуума и давления пневмосистем печатных машин осуществляется при помощи вращаемых колесиков, которые, поворачиваясь на некоторый угол либо совершая конструктивно определенное количество оборотов, посредством соединения со штоком сокращают или увеличивают размер отверстий, через которые протекает воздух. Каждая ветвь

пневмосистемы самонаклада (нагнетательная и всасывающая) имеет соответственную обособленную регулировку. Результатом вращения колесиков является установление выбранного уровня параметров пневмосистемы. Причем ручное регулирование предполагает лишь интуитивное установление уровня давления и вакуума, важную роль здесь играет опыт и профессионализм сотрудника.

Шаговые двигатели в таком варианте адаптивной системы изменения параметров пневмосистемы являются непосредственной заменой ручного управления вакуумом и давлением, так как они вращением колесика или изменением положения штока через редуктор управляют сечением отверстий, регулирующих величину конечного вакуума и давления на присосах и раздувах соответственно. Замена ручного регулирования на автоматическое (автоматизированное) происходит вследствие управления шаговыми двигателями от компьютера через устройство согласования при помощи специальной программы управления.

Этот вариант реализации имеет свои недостатки. Во-первых, ей присущи недостатки, описанные для работы системы с одним компрессором, при перекрытии входного и выходного каналов (падение или пульсации давления).

Однако использование этой системы совместно с компрессором, для которого предусмотрен ресивер, значительно увеличивает качество работы системы. Очередным недостатком системы является необходимость применения узла передачи движения от шагового двигателя на основе редуктора или ременной передачи. Следующим недостатком является желательное использование систем обратной связи. Для варианта реализации программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада с использованием шаговых двигателей положительное влияние на ее работу окажет использование системы обратной связи по положению (углу поворота) двигателя.

Кроме этого, управление шаговыми двигателями для изменения сечения указанных выше отверстий, не дает ответа на вопрос об установившихся значениях вакуума и давления. Следовательно, дополнительным недостатком данной системы является отсутствие обратной связи, позволяющей оценить рассогласование между установившимся и расчетным (например, на основании размера сечения) регулируемые уровни вакуума и давления. Исключение данного недостатка потребует добавления в систему приборов для измерения давления и вакуума, что приведет к удорожанию системы.

Стоит однако заметить, что данный вариант аппаратного обеспечения (без использования систем обратной связи) в более полной мере соответствует существующему ручному регулированию вакуума и давления в пневмосистемах печатных машин и внедрение управления на основе шаговых двигателей будет наименее затратным как с финансовой, так и с конструктивной точки зрения.

Третьим вариантом реализации программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада является решение, выполненное по аналогии со вторым вариантом. Предлагается вариант замены ручного регулирования вакуума и давления на автоматическое управление при неизменных параметрах на входном и выходном канале компрессора.

Сущность данного варианта реализации регулирования заключается также не в использовании механического перемещения элементов за счет изменения положения которых изменяются параметры пневмосистемы, как и в случае с применением шаговых двигателей, а в применении специальных электропневматических преобразователей вакуума и давления, которые в зависимости от величины управляющего сигнала и входного, подключаемого к преобразователю уровня давления или вакуума позволяют на выходе установить требуемый уровень давления или вакуума. Применение электропневматических преобразователей с линейными характеристиками (функцией зависимости выходного уровня давления или вакуума от поданного сигнала управления) позволит однозначно устанавливать параметры пневмосистемы.

Основным недостатком системы является стоимость, так как кроме электропневматических устройств и устройства согласования с компьютером потребуются установка непосредственно перед преобразователями фильтров воздуха, применение которых на экспериментальной установке можно исключить. Следующий недостаток – это зависимость установившегося выходного сигнала не только от управляющего воздействия, но и от входного сигнала. Как отмечалось выше, в некоторых пневмосистемах печатных машин возможно непостоянство параметров вакуума и давления во входном и выходном каналах компрессора. Пульсации наблюдаются и после распределителя-золотника. Эта проблема налагает некоторые требования как к месту установки электропневматических преобразователей, так и к уровню входного и выходного сигналов. Устройства должны быть установлены в местах, где максимально исключены пульсации входного

(с точки зрения данных преобразователей) сигнала. Для всасывающей вакуумной ветви пневмосистемы таким местом является первая точка соприкосновения ветви с окружающей средой, то есть канал перед золотником. Расположение узлов и устройств во всасывающей ветви будет следующим: фильтр, электропневматический преобразователь, золотник, компрессор. Для нагнетательной ветви расположение схожее: перед золотником. Порядок следования узлов и устройств получаем несколько иным: компрессор, фильтр, электропневматический преобразователь, золотник. Решение проблемы непосредственно уровня входного и выходного сигналов решается при помощи обратной связи с применением измерительных устройств уровней вакуума и давления. Существуют также электропневматические преобразователи, со встроенным измерением установившихся уровней давления и вакуума. Использование таких приборов позволяет практически полностью исключить проблему непостоянства входного сигнала на преобразователях. Достоинством системы является линейность выходной характеристики электропневматических преобразователей, высокая скорость и точность работы системы.

Управление электропневматическими преобразователями может осуществляться от компьютера. Схема согласования компьютера и устройства должна содержать цифро-аналоговый преобразователь для модификации цифрового сигнала в понятный аналоговому устройству вид, а также аналого-цифровой преобразователь для передачи на компьютер сигнала от датчика установившихся уровней давления и вакуума [1].

Устройство согласования строится на микропроцессоре, способном также принимать и передавать сигналы от вспомогательных (для программного обеспечения) датчиков скорости работы машины, высоты стопы, влажности материала.

Таким образом, третий вариант реализации программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада состоит из электропневматических преобразователей (исполнительных механизмов), каждый из которых подключен к соответствующей ветви пневмосистемы, устройства согласования, осуществляющего связь электропневматических преобразователей с компьютером и модифицирующего цифровой сигнал в аналоговый для управления электропневматическими преобразователями, а также выполняющего обратное аналого-цифровое преобразование для реализации системы обратной связи, и компьютера (персонального или специализированного).

Устройство согласования предназначено также для сбора дополнительной информации, необходимой для расчета управляющего воздействия программой, установленной на персональном или специализированном компьютере, на исполнительные механизмы. Такой дополнительной информацией является скорость работы печатной машины, высота расположения стопы бумаги по отношению к отделяющим лист элементам пневмосистемы самонаклада, а также, например, датчиков температуры воздуха и влажности материала.

Заключение. Рассмотренные варианты реализации программно-аппаратного обеспечения адаптивного управления вакуумно-воздушной системой самонаклада различаются применяемыми исполнительными механизмами. Однако схема построения системы управления характеризуется некоторыми общностями. Используют подключение исполнительных механизмов в компьютеру при помощи устройства согласования.

Устройство согласования, кроме выполнения функции преобразования сигнала от компьютера к исполнительным механизмам и обратно, также осуществляет сбор информации с датчиков о скорости работы машины, расстоянии от отделяющих присосов до верхнего листа в стопе бумаги, температуре воздуха и влажности материала.

Применение аппаратного обеспечения на основе электропневматических преобразователей наиболее предпочтительно в условиях крупных предприятий и на быстродействующих машинах ввиду их повышенной точности, надежности и большей скорости срабатывания. Для листовых печатных машин, работающих на невысоких скоростях, экспериментальных установок методов адаптивного управления параметрами пневмосистемы самонаклада рациональным будет являться применение второго варианта реализации адаптивной системы управления пневмосистемой самонаклада на основе шаговых двигателей.

Литература

1. Колонтай, И. И. Адаптивная система управления вакуумно-воздушной частью самонаклада печатной машины / И. И. Колонтай, В. С. Юденков // Проблемы управления и приложения (техника, производство, экономика): сб. тр. Междунар. конф., Минск, 16–20 мая 2005 г.: в 3 т. / Ин-т матем. НАН Беларуси. — Минск, 2005. — Т. 3: Техника и приложения. — С. 51–56.
2. Печатное оборудование: учеб. для вузов / В. П. Митрофанов [и др.]; под ред. В. П. Митрофанова. — М.: Изд-во МГУП, 1999. — 443 с.

Поступила 15.04.2011